

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-174526
(P2001-174526A)

(43) 公開日 平成13年 6 月29日 (2001. 6. 29)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
G 0 1 R 31/316		G 0 1 R 31/28	C
31/28			H

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2000-337255(P2000-337255)
(22) 出願日 平成12年10月31日 (2000. 10. 31)
(31) 優先権主張番号 0 9 / 4 3 9 8 6 5
(32) 優先日 平成11年11月12日 (1999. 11. 12)
(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 390005175
株式会社アドバンテスト
東京都練馬区旭町 1 丁目32番 1 号
(72) 発明者 菅森 茂
アメリカ合衆国95054カリフォルニア州サ
ンタクララ市スコット通3201

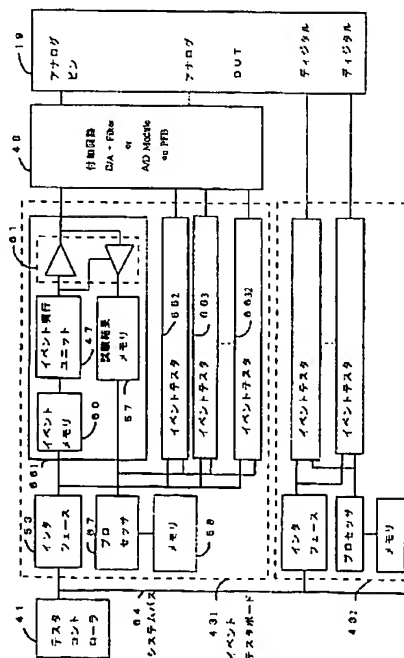
(54) 【発明の名称】 混成信号集積回路用半導体試験システム

(57) 【要約】

【課題】 各種の異なるタイプの試験装置をモジュール化してそれらの複数個を組み合わせることにより、アナログ信号とデジタル信号の混在したミクストシグナル集積回路であってもその試験を迅速かつ効率よく試験できる半導体試験システムを提供する。

【解決手段】 2以上の異なる種類の性能を有するテストモジュールと、その異なる種類の性能を有する2種以上のテストモジュールを2個以上組み合わせて搭載するテストヘッドと、テストモジュールと被試験デバイスを電気的に接続する手段と、そのテストモジュールと被試験デバイス間に、その被試験デバイスのアナログ機能ブロックに対応して設けられた付加回路と、そのテストヘッドに搭載された上記テストモジュールとシステムバスを介して通信することにより、システム全体の動作を制御するホストコンピュータとにより構成される。

【図4】



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 2 以上の異なる種類の性能を有するテストモジュールと、

その異なる種類の性能を有する 2 種以上のテストモジュールを 2 個以上組み合わせることで搭載するテストヘッドと、そのテストヘッド上に設けられ、テストモジュールと被試験デバイスを電気的に接続する手段と、そのテストモジュールと被試験デバイス間に、その被試験デバイスのアナログ機能ブロックに対応して設けられた付加回路と、

そのテストヘッドに搭載された上記テストモジュールとシステムバスを介して通信することにより、システム全体の動作を制御するホストコンピュータと、により構成され、被試験デバイスのアナログ機能ブロックとデジタル機能ブロックを同時に平行して試験するように構成した混成信号集積回路用半導体試験システム。

【請求項 2】 上記テストモジュールの 1 の種類の性能は高速度で高タイミング確度であり、他の種類の性能は低速度で低タイミング確度である請求項 1 に記載の混成信号集積回路用半導体試験システム。

【請求項 3】 上記テストモジュールと被試験デバイスを電気的に接続する手段と上記テストモジュールとの接続仕様が標準化された請求項 1 に記載の混成信号集積回路用半導体試験システム。

【請求項 4】 上記テストモジュールと被試験デバイスを電気的に接続する手段は、被試験デバイスを搭載する機構を設けたパフォーマンスボードと、そのパフォーマンスボードと上記テストモジュール間を電気的に接続するための機構を有するテストフィクスチャにより構成される請求項 1 に記載の混成信号集積回路用半導体試験システム。

【請求項 5】 上記テストモジュールは所定のテストピン数となるようにそのピン数の設定変更ができる請求項 1 に記載の混成信号集積回路用半導体試験システム。

【請求項 6】 上記テストモジュールは所定のテストピン数となるようにそのピン数の設定変更ができ、その設定や変更はホストコンピュータからのアドレス設定によりされる請求項 1 に記載の混成信号集積回路用半導体試験システム。

【請求項 7】 上記テストモジュールのそれぞれは複数のイベントテストボードを有し、その各イベントテストボードは所定数のテストピン用に割り当てられている請求項 1 に記載の混成信号集積回路用半導体試験システム。

【請求項 8】 上記テストモジュールはその 1 のモジュールが 1 のイベントテストボードである請求項 7 に記載の混成信号集積回路用半導体試験システム。

【請求項 9】 上記テストモジュールはそれぞれその内部にコントローラを有し、上記ホストコンピュータから

の指令に基づき各モジュールからテストパターンの発生と被試験デバイスからの出力信号の検証を行う請求項 1 に記載の混成信号集積回路用半導体試験システム。

【請求項 10】 上記テストモジュールは複数のイベントテストボードからなり、それぞれそのイベントテストボードはコントローラを有し、上記ホストコンピュータからの指令に基づき各ボードから対応する被試験デバイスピンにテストパターンを与えその被試験デバイスからの出力信号の検証を行う請求項 7 に記載の混成信号集積回路用半導体試験システム。

【請求項 11】 上記テストモジュールのそれぞれは複数のイベントテストボードを有し、その各イベントテストボードは 1 のテストピン用に構成されており、かつその各イベントテストボードは、

上記ホストコンピュータからの指令に基づき各テストボードからテストパターンの発生と被試験デバイスからの出力信号の検証を行うコントローラと、

各イベントのタイミングデータを格納するためのイベントメモリと、 上記コントローラの制御のもとに、そのイベントメモリにアドレスデータを与えるアドレスシーケンサと、

そのイベントメモリからのタイミングデータに基づいてテストパターンを形成する手段と、

そのテストパターンを対応する被試験デバイスピンに与えその被試験デバイスからの応答出力信号を受けるドライバコンパレータと、により構成される請求項 1 に記載の混成信号集積回路用半導体試験システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は超 L S I 等の半導体集積回路を試験するための半導体試験システムに関し、特にアナログ信号とデジタル（ロジック）信号の混在したミクストシグナル集積回路であってもその試験を迅速かつ効率よく試験できるイベントテストアーキテクチャによる半導体試験システムに関する。本発明の半導体試験システムは、同一または異なる性能のテストモジュールを複数個任意に組み合わせることで試験システムを構成し、各テストモジュールは相互に独立して並列に動作することにより、被試験デバイスのアナログ信号部とデジタル信号部を同時に試験することができる。

【0002】

【従来の技術】 超 L S I 等の半導体集積回路（以後必要に応じて「被試験デバイス」ともいう）を試験するための半導体試験システム（I C テスタと通称される）の典型的な構成例を第 1 図に示す。

【0003】 第 1 図において、テストプロセッサ 11 は試験装置内に設けられた専用プロセッサであり、試験装置の動作をテストバスを経由して制御する。パターン発生器 12 はテストプロセッサからのパターンデータに基

づき、タイミングデータと波形データを、それぞれタイミング発生器13、波形整形器14に与える。パターン発生器12からの波形データとタイミング発生器13からのタイミング信号により、試験パターン（テストパターン）が波形整形器14により形成され、ドライバ15を経由して、被試験デバイス（DUT）19に印加される。

【0004】DUT19からの結果としての応答出力は、アナログコンパレータ16により、所定のスレッシュホールドレベルで論理信号に変換され、ロジックコンパレータ17において、パターン発生器12で形成された期待値と論理比較される。比較結果はDUT19のアドレスに対応して、フェイルメモリ18に記憶される。ドライバ15、アナログコンパレータ16および、被試験デバイスのピンを切り替えるスイッチ（図示せず）等はピンエレクトロニクス20に設けられている。

【0005】上記のような回路構成は、半導体試験装置のテストピン毎に設けられる。したがって、大型の半導体試験装置では例えば256テストピンから2048テストピンのようにその数が大きいと、第1図の回路構成をそれと同数備えることにより、非常に大型の装置となる。第2図はそのような半導体試験システムの外観の概略を示している。半導体試験システムはメインフレーム22と、テストヘッド24と、ワークステーション26で構成されている。

【0006】ワークステーション26は例えばグラフィック・ユーザ・インタフェース（GUI）を備え、使用者と試験システムのインタフェースをするためのコンピュータであり、試験システムの操作やテストプログラムの作成や実行の指示を行う。メインフレーム22には、第1図におけるテストプロセッサ11、パターン発生器12、タイミング発生器13、波形整形器14およびロジックコンパレータ17等が各テストピン数に応じて搭載される。

【0007】テストヘッド24には第1図のピンエレクトロニクス20を搭載した回路基板が多数装備されている。テストヘッド24は例えば円筒状に形成されて、その内部にピンエレクトロニクス回路基板が放射状に装備されている。そのテストヘッドの上面には、被試験デバイス19が、パフォーマンスボード28上の中央部に

おいて、例えば試験ソケットに挿入される。

【0008】ピンエレクトロニクス回路とパフォーマンスボード28間は、電気信号を伝達するための接触機構であるピン（テスト）フィクスチャ27が設けられている。ピンフィクスチャ27には多数のボゴピン等が設けられて、ピンエレクトロニクスとパフォーマンスボードを電気的に接続する。被試験デバイス19は、ピンエレクトロニクスからの試験パターンを受けて、それに対する応答信号を送出する。

【0009】ところで従来の半導体試験システムでは、

被試験デバイスに印加するための試験パターンを形成するために、いわゆるサイクルベース形式で記述された試験データを用いている。サイクルベース形式では、テストパターンの各変数は、テストの各試験サイクル（テストタレット）との関係で定義されている。すなわち、試験データに含まれる、試験サイクル（テストタレット）記述、波形（波形種類、エッジタイミング）記述、およびベクタ記述を用いて、所定のサイクルにおけるテストパターンを形成している。

【0010】一方、被試験デバイスの設計時においては、コンピュータ支援による設計（CAD）手法が用いられ、その設計の検証にはテストベンチによる論理シミュレーションが行われ、その検証データが得られる。このテストベンチによるデータはいわゆるイベント形式で記述されている。イベント形式においては、注目するテストパターンが1から0にあるいは0から1にスイッチするときのその変化点（イベント）を、時間の経過との関係で現している。時間の経過は、例えばある基準点からの連続した絶対的時間差として、あるいは直前のイベントからの相対的時間差として現されることが一般である。

【0011】このようなサイクルベースの試験データによる試験パターン形成と、イベントベースの試験データによる試験パターンの形成の比較については、本発明の発明者等による米国特許出願番号09/340,371記載されている。さらに、本出願の発明者等は新たな形式の半導体試験装置としてイベントテストを提案している。このイベントテストの構成や動作については、米国特許出願番号09/406,300に詳述されている。

【0012】半導体試験システムにおいては、上述のように多数の同一回路基板等がテストピン数と同数あるいはそれ以上装備され、大規模なシステムを構成している。従来の半導体試験システムでは、これらの回路基板等は全て同一構成、同一性能で構成されている。

【0013】すなわち、高速高性能な試験システム、例えば500MHzのテストレートでタイミング精度80ピコ秒の仕様による場合は、テストピンに対応する全ての回路基板がこの性能を満たすように同一に構成される。このため半導体試験システム全体としてのコストが非常に高くなる。また全て同一の回路を各テストピンに実装するので、試験システムは画一的な試験内容しか実施できない。

【0014】被試験デバイスには、アナログ機能とデジタル機能の混在したタイプのものがある。その典型的な例としては、オーディオ用ICや通信機器用ICのようなAD変換器やDA変換器とデジタル信号処理回路を含む被試験デバイスがある。従来の半導体試験システムでは、1のシステムが1の機能試験のみをすることができるよう構成されている。したがって、上記のようなミクスチグナル集積回路を試験する場合は、AD変換

器の試験の後にD/A変換器の試験を行い、さらにその後
にデジタル信号処理回路を試験する等、各機能ブロッ
クについての試験を個別に行う必要があった。

【0015】被試験デバイスがロジックでのみ構成され
る場合であっても、全ての入出力ピンにおいて、最高性
能を要することはほとんどまれである。例えば、非常に
高速な動作をし、そのため高速な試験信号を与える必要
があるピンはわずか数ピンであり、他の数百ピンは低速
な動作のみを行うため、低速な試験信号を与えればよい
ようなLSIデバイスが一般的である。また最近特に注
目されているシステムオンチップ(SoC)のような半
導体デバイスも、上記のような信号速度の関係が当ては
まる。

【0016】このように、従来の半導体試験システム
は、異なる種類の試験を同時に平行に行うことはできな
いため、特にミクストシグナル被試験デバイスの試験に
長時間を要する欠点があった。また現実の被試験デバイ
スのわずかのピンでのみ必要とする性能を全てのテスト
ピンに備えているため、全体のコストが高くならざるを
得なかった。

【0017】従来の半導体試験システムにおいて、上記
のように同一回路構成を多数搭載する理由、すなわち異
なる回路構成を混在させて異なる複数の試験を並列に行
うようにしていない理由の1つは、上述したサイクルベ
ースにより試験パターンを形成するようにシステムが構
成されているからである。サイクルベースにより試験パ
ターンを形成する方式では、ソフトウェアやハードウェア
が複雑になり、異なる回路構成を混在させることは実
際上困難だからである。

【0018】その理由を説明するために、ここでサイク
ルベースの試験データを用いて試験パターンを形成する
場合と、イベントベースの試験データを用いて同一の試
験パターンを形成する場合の比較を第3図の波形等を用
いて簡単に示す。より詳細には本出願と同じ譲受人の有
する上記の米国特許出願に記載されている。

【0019】第3図の例では、半導体デバイスの設計段
階で得られた、論理シミュレーションの結果データを格
納したダンプファイル37からのデータを利用して試験
パターンを形成する場合を示している。そのダンプ出力
データは、設計したLSIデバイスの入出力信号変化と
その時間をイベントベースで現わしたデータであり、例
えば波形31を表現するような場合、右下部の記述38
のようになっている。

【0020】その記述に基づいて、波形31に示すよう
なテストパターンを形成することを想定する。この波形
31では、ピン(テストピンあるいはテストチャネル)
SaとSbから発生されるテストパターンの波形が描か
れている。この波形を表現するための、イベントデー
タは、記述38に示すように、各イベントをセットエ
ッジSan, Sbnとそのタイミング(例えば基準点か

らの時間の経過)、およびリセットエッジRan, Rbn
とそのタイミングで記述されている。

【0021】従来の半導体試験装置で使用するサイク
ルベース方式によりテストパターンを形成するためには、
試験データを試験サイクル(テストレート)、波形(波
形種類、エッジタイミング)、およびベクタの各記述に
分けて構成する必要がある。その記述例を第3図中央部
および左部に示す。サイクルベースのテストパターンの
場合、左部の波形33のように、テストパターンを各試
験サイクル(TS1, TS2, TS3)に分けて、その
試験サイクルの中で各波形とそのサイクル内での遅延時
間を定義する。

【0022】そのための波形、タイミングおよび試験サ
イクルのデータ記述例が、タイミングデータ(テストプ
ラン)36に示されており、その波形の"1"または"
0"あるいは"Z"等の論理がベクタデータ(パターン
データ)35に示されている。例えばタイミングデータ
36では、試験サイクルが"rate"としてその時間
間隔が規定され、波形種類はRZ(リターンゼロ), N
RZ(ノンリターンゼロ), XOR(排他論理)等で規
定される。さらに各波形のタイミングが、該当する試験
サイクルのエッジからの遅延時間として規定される。

【0023】このように従来の半導体試験システムで
は、サイクルベースでテストパターンを形成するため、
パターン発生器、タイミング発生器あるいは波形整形回
路のハードウェア構成が複雑となっており、またそれら
ハードウェアで使用するソフトウェアも複雑となってい
る。また各ピン(上例のSaとSb)間が共通のテスト
サイクルで扱われるため、各ピン間で異なるサイクルの
テストパターンを同時に発生することは困難である。

【0024】したがって、従来の半導体試験システムで
は、全てのテストピンについて同一の回路構成を採用し
ており、異なる性能のボードを混在させることは困難で
あった。このため、アナログ機能ブロックについての試
験とロジック機能ブロックについての試験を同時に平行
して行うことは困難であった。また例えば高速タイプの
回路構成を取っていても、低速タイプで必要とする性能
(例えば高電圧大振幅やドライバの禁止機能等)を備え
る必要があり、高速性能を直接的に実現するさまたげと
もなっていた。

【0025】一方イベントベースにより試験パターンを
形成する場合には、メモリに蓄積したセット・リセット
のデータとそのタイミングデータを読み出すのみでよ
く、そのハードウェアやソフトウェアの構成は極めて単
純である。また各ピンがサイクルではなく、イベントの
有無として独立に動作できるため、異なる機能や周波数
レンジのテストパターンを同時に形成することができ
る。

【0026】上述のように、本発明の発明者等はイベン
ト方式の半導体試験システムを提案している。この方式

ではハードウェアの構成もソフトウェアの内容も極めて単純となるため、異なる性能の試験回路が混在してもシステム全体として機能できる。またテストピン間が相互に独立して動作できるので、異なる機能や周波数レンジのテストを同時に平行して実施することができる。

【0027】

【発明が解決しようとする課題】したがって、本発明の目的は、テストピンに応じて異なる性能の試験回路をモジュール形式で組み合わせる構成することにより、アナログ機能とデジタル機能の混在した被試験デバイスについて、そのアナログ機能とデジタル機能を同時に平行に試験することができる半導体試験システムを提供することにある。

【0028】本発明の他の目的は、異なるピン数や性能のモジュールを自由に組み合わせる構成することにより、アナログ機能とデジタル機能の混在した被試験デバイスについて、そのアナログ機能とデジタル機能を同時に平行に試験することができる半導体試験システムを提供することにある。

【0029】本発明のさらに他の目的は、複数の異なる性能のテストモジュールを組み合わせることにより、異なる種類の複数の被試験デバイスまたは複数の機能ブロックの試験を同時に実施できる半導体試験システムを提供することにある。

【0030】本発明のさらに他の目的は、複数の異なる性能のテストモジュールを組み合わせることにより、被試験デバイスで必要とする試験を全体として低コストで実現できるとともに、将来の機能の向上を実現できる半導体試験システムを提供することにある。

【0031】

【課題を解決するための手段】本発明の半導体試験システムは、2以上の異なる種類の性能を有するテストモジュールと、その異なる種類の性能を有する2種以上のテストモジュールを2個以上組み合わせる構成することにより、アナログ機能とデジタル機能の混在した被試験デバイスについて、そのアナログ機能とデジタル機能を同時に平行に試験することができる半導体試験システムを提供することにある。

【0032】また本発明の半導体試験システムにおいては、上記テストモジュールは複数のイベントテストボードからなり、それぞれそのイベントテストボードは、ホストコンピュータからの指令に基づき各ボードから対応する被試験デバイスピンにテストパターンを与えその被試験デバイスからの出力信号の検証を行う。

【0033】このように、本発明における半導体試験シ

ステムは、完全なモジュール化が達成できるので、被試験デバイスの種類や試験目的等に応じた柔軟な構成とすることができる。このため被試験デバイスがミクスティング回路（アナログとデジタルの混成した集積回路）であっても、そのアナログ部分とデジタル部分を並列に同時に試験することができる。また被試験デバイスがロジックのみの高速ICであっても、実際に高速動作をしているピンは限られており、したがって現実の試験システムに必要な性能としては、少数のテストピンのみが高速であればよい。本発明の半導体試験システムでは、テストヘッドとテストモジュールの接続部の仕様が標準化され、その仕様に準じたインタフェースを有するテストモジュールをテストヘッド内のどの位置にも搭載可能である。

【0034】また本発明の半導体試験システムでは、テストモジュール（テストボード）をテスト実行に必要な情報を全て有するイベント形式で構成している。したがって、従来方式で必要とした各テストサイクルの開始を示す同期信号やその同期信号に同期して動作するパターン発生器等を必要としない。このため各テストピンが独立して動作可能となり、上述のように、異なる性能のテストモジュールを混在させて1つのシステムとして機能させることが可能となる。またアナログとデジタルのように異なる種類の試験を同時に実行できる。

【0035】さらにイベント形式のテスト構成とすることにより、必要とするハードウェア量を大幅に減少でき、かつ各モジュールを制御するためのソフトウェアは大幅に単純化される。このため、全体としての物理的装置を小型化でき、したがってコストの低下や設置フロアスペースの減少、それらに伴う各種費用の削減が実現できる。

【0036】さらに本発明の試験システムは、電子設計自動化（EDA）手法による設計の段階で得られた被試験デバイスの論理シミュレーションデータを直接的に使用してテストパターンを形成し、その被試験デバイスの試験を実行できる。このため本発明の半導体試験システムは、デバイスの設計から検証までのターンアラウンドタイムを大幅に短縮でき、試験コストの低下と試験効率の向上を実現できる。

【0037】

【発明の実施の形態】本発明の実施例を第4図～第10図を参照して説明する。第4図のブロック図は、本発明の半導体試験システムによりアナログ・デジタル混成集積回路（ミクスティングIC）を試験する場合の概略構成例を示している。この発明の半導体試験システムでは、テストヘッド（テスト本体）にモジュール化したテスト（以後「テストモジュール」）を複数個自由に搭載できるように構成している。テストモジュールは例えば同一のモジュールが必要なピン数に応じて複数搭載することも、異なる性能、例えば高速モジュールHSMと

低速モジュールLSMを必要に応じて組み合わせることも可能である。

【0038】後で第6図および第7図に基づいて説明するが、この各テストモジュールには複数、例えば8枚の、イベントテストボード43が搭載されている。また各イベントテストボードには複数のテストピン、例えば32ピンに相当するイベントテスト66が32個搭載されている。したがって第4図の例では、イベントテストボード43により被試験デバイスのアナログ部分を担当し、他のテストボードで被試験デバイスのデジタル部分を担当している。

【0039】第4図の試験システムの概略を説明する。この例では、複数のイベントテストボード43が、ホストコンピュータであるテストコントローラ41によりシステムバス64を通して制御される。上述のようにイベントテストボードは例えば8枚が1個のテストモジュールに格納されている。また第4図では示されていないが、通常そのようなテストモジュールを2個以上用いて試験システムを構成する。

【0040】この構成において、イベントテストボード43は被試験デバイス19にテストパターン（試験信号）を与え、その結果としての被試験デバイスの応答信号を評価する。被試験デバイスのアナログ機能の試験のために、DA変換器やAD変換器あるいはフィルタ等の付加回路48が必要に応じて用いられる。

【0041】各イベントテストボード43は、例えば32チャンネルのイベントテスト66、インターフェース53、プロセッサ67およびメモリ68により構成されている。各イベントテストは1のテストピンに対応し、その内部構成は同一ボード内ではそれぞれ同一である。この例では各イベントテスト66は、イベントメモリ60、イベント実行ユニット47、ドライバコンパレータ61および試験結果メモリ57により構成されている。

【0042】イベントメモリ60にはテストパターンを形成するためのイベントデータが格納されており、このイベントデータを用いてイベント実行ユニット47によりテストパターンが形成される。テストパターンはドライバコンパレータ61を経由して被試験デバイスに与えられる。被試験デバイスの入力ピンがアナログ入力である場合には、上述した付加回路48によりテストパターンをDA変換器によりアナログ信号に変換して被試験デバイスに入力する。被試験デバイス19の出力信号はドライバコンパレータ61により期待値と比較されて、その結果が試験結果メモリ57に格納される。被試験デバイスの出力信号がアナログ信号の場合は、必要に応じて付加回路48内のAD変換器によりデジタル信号に変換する。

【0043】第5図は、各イベントテストボード43内のイベントテスト66の構成例をより詳細に示すブロッ

ク図である。このイベント方式による半導体試験装置の詳細については、上記の米国特許出願のほか、同一譲受人による米国特許出願番号09/259401にも詳述されている。第5図において第4図と共通部分は同一符号で示している。

【0044】インターフェース53とプロセッサ67は、システムバス64を経由してテストコントローラ（ホストコンピュータ）41に接続される。インターフェース53は、例えば被試験デバイスのピンに対応するイベントテストの割り当てを行うために、イベントテストボード内のレジスタ（図示せず）にテストコントローラ41からのデータを書き込む際に用いる。例えばホストコンピュータからグループ指定アドレスがシステムバス64に出された場合に、そのアドレスを解釈して自己のテスト内のレジスタヘデータの書き込みを可能にする。

【0045】プロセッサ67は例えば各イベントテストボード毎に設けられ、ボード内部の動作、例えばイベント（テストパターン）の発生、デバイスピンの出力信号の検証、フェイルデータの収集等を制御する。プロセッサ67は各ボードごとに設けても良いし、複数のボード単位で備えても良い。またプロセッサ67はボードに備える必要は必ずしもなく、テストコントローラ41から各イベントテストボードを直接的に制御してもよい。

【0046】アドレス制御部58は、例えば単純な形態としてはプログラムカウンタであり、この図の場合、フェイルメモリ57やイベントメモリ60のアドレスを制御している。イベントタイミングデータは、テストプログラムとして、ホストコンピュータからイベントメモリ60に転送される。

【0047】上記のように、イベントメモリ60は、各イベント（1から0、0から1の変化点）のタイミングを現すイベントタイミングデータを格納する。例えばイベントタイミングデータ中の基本クロック周期の整数倍のデータと、タイミングデータ中の基本クロック周期の端数データとに分けて格納している。好ましくはこのようなタイミングデータは、圧縮されてイベントメモリ60に格納される。

【0048】第4図のイベント実行ユニット47は第5図の例では、デコンプレッション・ユニット62、タイミングカウント・スケーリング63、およびイベント発生器164により構成されている。デコンプレッション・ユニット62は、イベントメモリ60からの圧縮されたタイミングデータを伸張（復元）させる。タイミングカウント・スケーリング63は、イベントタイミングデータを加算しあるいは倍率変更して、各イベントのタイミングを所定の基準時間からのタイミング（遅延時間）としてあらわす。

【0049】イベント発生器164は、その結果としてのタイミングデータにより、テストパターンを発生し、ドライバコンパレータ61を経由して、被試験デバイス

19に与える。被試験デバイスの応答を検証することにより、デバイス19の所定ピンの試験が実行される。ドライバコンパレータ61は、第4図のように、主として対応するデバイスピンに与える試験パターンを駆動するドライバと、デバイスピンからの応答出力信号を受けてその電圧値を判定し、期待値と比較するためのコンパレータで構成される。

【0050】以上、イベントテストの構成概要を説明した。このテストでは被試験デバイスへの入力信号およびその出力比較は、イベント形式で取り扱われている。上述のようにイベント形式では、入力信号や出力比較信号の変化情報はアクション情報（セット・リセット）と時間情報（基準点からの時間）により構成されている。

【0051】従来技術による試験システムでは、イベント形式で必要とするメモリ容量を低減するためにサイクルベースを採用していた。サイクルベースでは、上記時間情報をサイクル情報（同期信号）と遅延時間情報として、上記アクション情報を波形モードとパターンデータとして構成している。この場合、遅延時間はそのデータ数に制限があり、またパターンデータを柔軟に発生させるためにはループやサブルーチンのような機能を多用する必要があった。したがって、全体として複雑な構成と動作が必要であった。

【0052】本発明のイベントテストでは、従来のサイクルベースの試験システムのような複雑な構成や動作を要しないので、テストピンの増加や異なる性能のテストピンの混在が容易に実現できる。一方、イベントテストは大きなメモリ容量を必要とするが、メモリが急速に高密度化低価格化する現在、メモリ容量の増大はさほど重要ではない。

【0053】上述のように、イベントテストは個々のテストピン毎に、あるいは所定数のテストピンのグループ毎に独立した試験動作ができる。このためアナログ信号とデジタル信号の混在した（ミクストシグナル）被試験デバイスの試験のように、異なる種類の試験を必要とする場合であっても、それらの試験を同時に平行して実行することができる。これら複数の異なる試験の開始や終了タイミングについても独立して設定することができる。

【0054】第6図は、本発明によるテストモジュールをテストヘッドに組み込むことにより異なる性能にグループ分けされたテストピンを有する半導体試験システムを構成するための概念図である。

【0055】テストヘッド124には複数のテストモジュールが、例えばそのテストヘッドに結合されるテストフィクスチャ127のピン数や被試験デバイスの種類やピン数に応じて組み合わせられる。後述のように、テストフィクスチャ127とテストモジュールのインタフェースはその仕様を標準化しておき、テストモジュールをテストヘッド内のどの位置に組み込むことも可能とする。

【0056】テストフィクスチャ127は、例えばポゴピンのような伸縮可能なコネクタを多数搭載し、テストモジュールとパフォーマンスボード128を電気的かつ機械的に結合する。被試験デバイス19は、パフォーマンスボード128上のテストソケットに挿入されて、半導体試験システムとの電気的接続がされる。第4図に示した、アナログ試験用の付加回路48は、例えばパフォーマンスボード128上に被試験デバイスの仕様に応じて設けられる。

【0057】各モジュールは所定のテストピン数のグループとされる。例えば1個の高速モジュールHSMには128ピン（チャンネル）分のボードが搭載され、1個の低速モジュールLSMには256（チャンネル）ピン分のボードが搭載される。これらの数値は単なる例であり、より小さなピン数あるいは大きなピン数のグループでもよい。第7図の例では、テストモジュールの基本ユニットとして256チャンネルで構成され、イベントテストボード43が8枚収納される。各イベントテストボード43には32個イベントテストが構成されている。

【0058】テストモジュール内の各ボードは、上述したようなイベントテストとして構成され、被試験デバイス19の対応するピンにテストパターンを、パフォーマンスボード128を経由して与える。またテストパターンに対する被試験デバイス19の応答出力がパフォーマンスボード128を経由して対応するテストモジュール内のボードに与えられ、例えば期待値と比較されてその正否が判定される。

【0059】各テストモジュールにはインタフェース（接続部）126が設けられている。この接続部126はテストフィクスチャ127の標準仕様に合致するように構成される。例えば対象とするテストヘッドに用いられるテストフィクスチャ127の接続ピンの構造、インピーダンス、ピン間距離（ピンピッチ）あるいは相対位置等が標準仕様化される。この標準仕様にマッチするインターフィス126をテストモジュールに備えることにより、テストモジュールの自由な組み合わせにより試験システムを構成できる。

【0060】このような本発明の構成により、被試験デバイスに合った最適のコストパフォーマンスの試験システムを構成できる。また試験システムの性能を向上させる場合でも、一部のテストモジュールを交換することにより達成される場合が多いので、全体として試験設備の長寿命化が実現できる。さらに複数の異なる性能のモジュールの混在が可能のため、必要な性能を該当するモジュールで直接的に実現することができるので、試験システムの性能向上が容易になる。

【0061】第8図は、本発明の半導体試験システムにより、アナログとデジタルの混成した被試験デバイス19内の異なる試験を並列に実行する概念を示すブロック図である。この例において被試験デバイス19は、A

10

20

30

40

50

D変換回路、ロジック回路、DA変換回路を有している。上述のように、本発明の半導体試験システムは、例えば所定数テストピンのグループ毎に独立した試験動作ができるので、このピングループをこれらの被試験回路に割り当てて、並列に試験できる。

【0062】第9図(A)と第9図(B)は、従来の半導体試験装置によるミクストシグナルICの試験プロセスと、本発明の半導体試験システムによるミクストシグナルICの試験プロセスを比較して表示した概念図である。先に説明したように、従来の半導体試験装置によ

り、第8図のようなミクストシグナルICを試験する場合、1の試験を終了後に他の試験を実行するというプロセスを踏む必要がある。このため、試験を完了するまでには、第9図(A)に示すように、各試験時間の総和の時間が必要となる。

【0063】これに対し、本発明の半導体試験システムにより、第8図のミクストシグナルICを試験する場合には、第9図(B)に示すように、AD変換回路、ロジック回路、DA変換回路について、それらを同時に並列に試験することができる。このため、その試験に要する時間を大幅に短縮できる。なお第9図の例において、AD変換回路やDA変換回路の試験の後に、その測定値を所定式により演算等を行って評価することが一般であるため、ソフトウェアによる演算(コンピュータシミュレーション)時間を加えている。

【0064】第10図に本発明による半導体試験システムの外観図例を示す。第10図において、ホストコンピュータ(メイン・システム・コンピュータ)41は、例えばグラフィック・ユーザ・インタフェース(GUI)を有するワークステーションであり、ユーザインタフェースとして機能するとともに、試験システム全体の動作制御を行う。ホストコンピュータ41と試験システム内部のハードウェアは、システムバス64(第4図および第5図)により接続される。

【0065】本発明によるイベントテストは、従来のサイクルベースで構成された半導体試験システムと異なり、パターン発生器やタイミング発生器等に相当するハードウェアを要しない。したがって、モジュール化したイベントテストを全てテストヘッド(テスト本体)124内に收容する構成として、全体の物理的サイズを大幅に縮小できる。

【0066】以上のように、本発明の半導体試験システムは、テストピン間で相互に独立した動作が可能であり、所定テストピンのグループと他のグループ間で異なる被試験デバイスや被試験ブロックを同時に担当することができる。したがって、本発明の半導体試験システムにより、被試験デバイス内のアナログ回路とデジタル回路の試験を同時に平行して実施できる。

【0067】好ましい実施例しか明記していないが、上述した開示に基づき、添付した請求の範囲で、本発明の

精神と範囲を離れることなく、本発明の様々な形態や変形が可能である。

【0068】

【発明の効果】上述のように本発明の半導体試験システムでは、テストモジュール(テストボード)をテスト実行に必要な情報を全て有するイベント形式で構成している。したがって、従来方式で必要とした各テストサイクルの開始を示す同期信号やその同期信号に同期して動作するパターン発生器等を必要としない。このため各テストピンが独立して動作可能となり、上述のように、アナログやデジタルのような異なる種類のテストが同時に実施できる。

【0069】本発明の半導体試験システムでは、完全なモジュール化が達成できるので、被試験デバイスの種類や試験目的等に応じた柔軟な構成とすることができる。また必要とするハードウェア量を大幅に減少でき、かつ各モジュールを制御するためのソフトウェアは大幅に単純化される。このため上述のように、異なる性能のテストモジュールを混在させて1つのシステムとして機能させることが可能となる。また第6図に示すように、全体としての物理的装置を小型化でき、したがってコストの低下や設置フロアスペースの減少、それに伴う各種費用の減少が実現できる。

【0070】さらに本発明の試験システムは、電子設計自動化(EDA)手法による設計の段階で得られた被試験デバイスの論理シミュレーションデータを直接的に使用してテストパターンを形成し、その被試験デバイスの試験を実行できる。このため本発明の半導体試験システムは、デバイスの設計から検証までのターンアラウンドタイムを大幅に短縮できる、試験コストの低下と試験効率の向上を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来技術における半導体試験システム(LSIテスト)の基本的構成例を示すブロック図である。

【図2】従来技術における半導体試験システムの一般的な外観を示す概念図である。

【図3】従来の半導体試験装置において、サイクルベースによりテストパターンを形成するためのデータ記述例と、それと同一のテストパターンをイベントベースでテストパターンを形成するためのデータ記述例を比較するための図である。

【図4】本発明による半導体試験システムにより、ミクストシグナルIC(混成集積回路)を試験する場合の、試験システムの構成例を示すブロック図である。

【図5】本発明によるイベントベースで形成され、テストモジュールに組み込まれるイベントテストボード内に構成される各イベントテストの回路構成例を示すブロック図である。

【図6】本発明によるテストモジュールをテストヘッドに組み込むことにより、異なる性能にグループ分けされ

16

* ステムの外観を示す概念図である。

【符号の説明】

1 9	被試験デバイス
4 1	テストコントローラ
4 3	イベントテストボード
4 7	イベント実行ユニット
4 8	付加回路
5 3	インタフェース
5 7	試験結果メモリ
6 0	イベントメモリ
6 1	ドライバコンパレータ
6 4	システムバス
6 6	イベントテスト
6 7	プロセッサ
6 8	メモリ

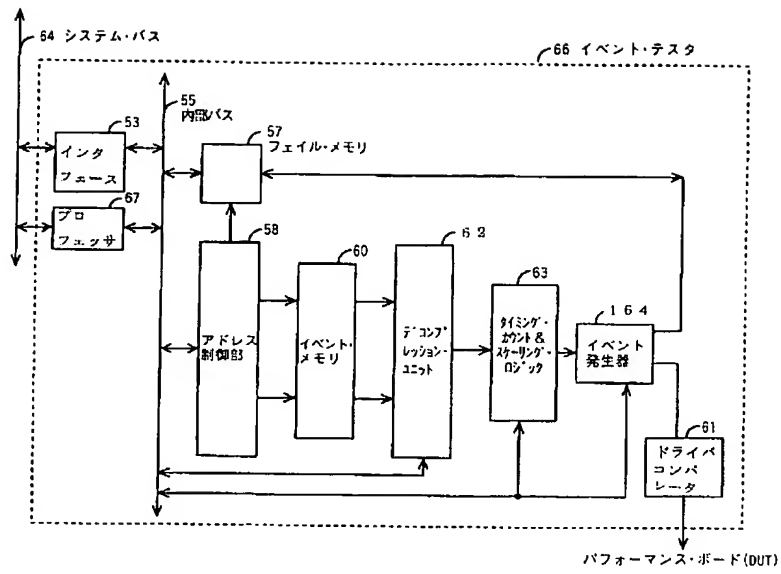
10

【図10】本発明におけるモジュール形式半導体試験シ*

【圖 1】



【図5】



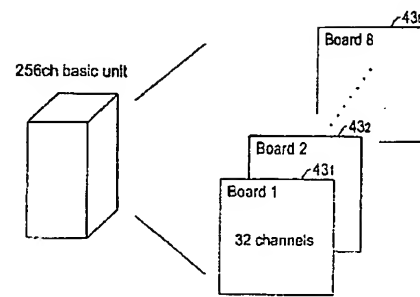
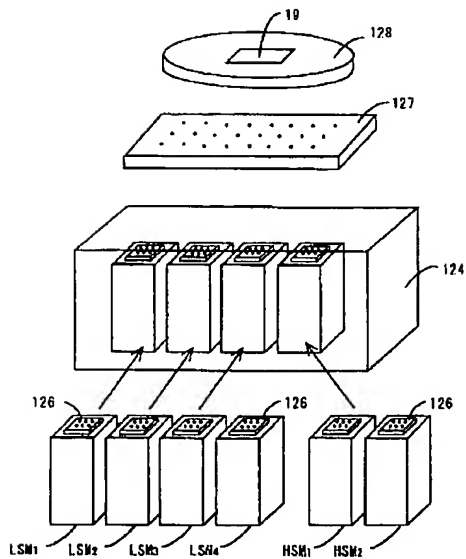
【図5】

【図6】

【図7】

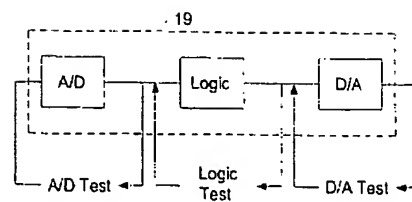
【図6】

【図7】



【図8】

【図8】



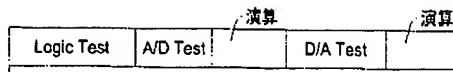
【図9】

【図10】

【図9】

【図10】

(A)



(B)

